

PENILAIAN DAYA SAING WILAYAH BERBASIS TEKNOLOGI UNTUK PENGEMBANGAN AGROINDUSTRI DENGAN PENDEKATAN FUZZY

TECHNOLOGY-BASED ASSESMENT OF REGIONAL COMPETITIVENESS FOR AGROINDUSTRY DEVELOPMENT USING FUZZY APPROACH

Suci Wulandari^{1)*} dan Marimin²⁾

¹⁾Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Departemen Pertanian

Jl. Tentara Pelajar No 1, Bogor, Jawa Barat, Indonesia

Email : suciwulandari@hotmail.com

²⁾Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Kampus IPB Darmaga, P.O.Box 220, Bogor

ABSTRACT

Regional development is undertaken by governments with the aim of improving the prosperity of people. It is closely related to phenomenon of globalization and regional autonomy. Strategic objective attempts to increase regional competitiveness significantly. Commodity based development is a concept of development which is used in most regions in Indonesia, however the performance of agroindustry has not been optimal yet. This is part of problems associated with technology management aspect. Therefore, it is necessary to develop a measurement model to determine the status of technology as indicator of region competitiveness, construct the model mapping technology status of a region and create a model of the selection policy for the development of agroindustry. The process consists of analysis of several aspect, those are technological component, technological ability, technological climate and technological infrastructure. Analyses were done using the system approaches with fuzzy logic and artificial neural network covering: Fuzzy Inference System, Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) and Fuzzy-Analytical Hierarchy Process (Fuzzy-AHP). Through this phase, regional competitiveness can be assessed and improvement policy as consequences on the technological achievement can be developed.

Keywords: competitiveness, technology, agroindustry, fuzzy approach, artificial neural network.

ABSTRAK

Pembangunan daerah bertujuan untuk mencapai perbaikan kehidupan masyarakat. Pembangunan daerah pada saat ini berkaitan erat dengan fenomena globalisasi dan diberlakukannya otonomi daerah. Sasaran strategis yang perlu dicapai adalah meningkatkan daya saing daerah. Pada sisi yang lain, pembangunan berbasis komoditas unggulan merupakan konsep pembangunan yang banyak digunakan pada sebagian besar daerah di Indonesia, namun demikian kinerja agroindustri belum optimal. Hal ini tidak terlepas dari berbagai permasalahan yang antara lain berkaitan dengan aspek manajemen teknologi. Oleh karena itu perlu disusun model pengukuran status teknologi sebagai penentu daya saing wilayah, model pemetaan status teknologi suatu wilayah dan model pemilihan bentuk kebijakan bagi formulasi kebijakan pengembangan agroindustri. Proses terdiri dari analisa aspek komponen teknologi, kemampuan teknologi, iklim teknologi dan infrastruktur teknologi. Analisa dilakukan dengan menggunakan pendekatan sistem fuzzy dan jaringan syaraf tiruan yaitu *Fuzzy Inference System*, *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) dan *Fuzzy-Analytical Hierarchy Process* (Fuzzy-AHP). Melalui tahapan ini maka akan diperoleh gambaran menyeluruh mengenai penilaian daya saing suatu wilayah dan konsekuensi kebijakan yang diperlukan untuk pencapaian status teknologi tersebut.

Kata kunci: daya saing, teknologi, agroindustri, pendekatan fuzzy, jaringan syaraf tiruan.

PENDAHULUAN

Pembangunan wilayah di Indonesia pada saat ini dihadapkan pada dua fenomena yang terjadi bersamaan yaitu globalisasi dan pemberlakuan otonomi daerah. Globalisasi merupakan proses perubahan tatanan kehidupan sosial, ekonomi, dan politik dunia yang mendorong perkembangan kehidupan masyarakat yang makin terintegrasi yang menyebabkan semakin meningkatnya derajat persaingan antar pelaku. Pada saat yang bersamaan

penyelenggaraan pembangunan daerah menerapkan prinsip desentralisasi dan otonomi daerah. Melalui desentralisasi diterapkan penyerahan wewenang pemerintahan oleh Pemerintah (Pusat) kepada daerah otonom untuk mengatur dan mengurus urusan pemerintahan, sedangkan melalui otonomi daerah diperoleh hak, wewenang, dan kewajiban daerah otonom untuk mengatur dan mengurus sendiri urusan pemerintahan dan kepentingan masyarakat setempat sesuai dengan peraturan

* Penulis untuk korespondensi

perundang-undangan kebijakan desentralisasi dan otonomi daerah (Bappenas, 2008).

Dalam era globalisasi dan otonomi daerah, kata kunci untuk dapat mengambil manfaat dari keterlibatan dalam ekonomi global adalah daya saing, produktivitas dan efisiensi (Wie, 2006). Daya saing, ditinjau dari sisi teknologi, berperan sebagai kunci pengungkit dalam pertumbuhan ekonomi dan pengembangan komunitas (Berumen, 2005). Kebijakan Pembangunan daerah diharapkan dapat mengurangi ketimpangan dan pengembangan sistem pendukung dalam pengembangan kekayaan dan pelaku ekonomi lokal.

Pada sisi yang lain, pembangunan daerah memiliki beberapa konsep yaitu pembangunan daerah yang berbasis sumberdaya, berbasis komoditas unggulan, berbasis efisiensi, atau berbasis penataan ruang. Pembangunan berbasis komoditas unggulan merupakan konsep pembangunan yang banyak digunakan pada sebagian besar daerah di Indonesia (Solihin, 2005). Produk unggulan merupakan produk yang potensial untuk dikembangkan dalam suatu wilayah dengan memanfaatkan sumberdaya alam dan sumberdaya manusia setempat, serta mendatangkan pendapatan bagi masyarakat maupun pemerintah. Pada saat ini pembangunan berbasis produk unggulan pertanian masih mendominasi pembangunan pada sebagian besar wilayah di Indonesia.

Berbagai pendekatan dan alat analisis telah banyak digunakan dalam analisis dan pengembangan komoditas unggulan, namun demikian, hal ini tidak secara otomatis menyebabkan terjadinya optimalisasi peran sektor pertanian dalam pembangunan suatu wilayah. Fenomena yang terjadi adalah rendahnya kontribusi pertanian bagi perekonomian dan lemahnya peran agroindustri sebagai sektor penghela pada pembangunan wilayah (Suprihatin *et al.*, 2004). Kinerja agroindustri yang belum optimal tidak terlepas dari berbagai permasalahan yang salah satu diantaranya berkaitan dengan aspek teknologi (Wrihatnolo, 2001). Agroindustri berskala kecil dicirikan oleh: (1) pengolahan produk masih menggunakan teknologi serta peralatan pengolahan yang sederhana, (2) kegiatan dilakukan dengan manajemen operasional yang terbatas, (3) pelaku memiliki pengetahuan yang terbatas dengan aliran informasi yang berjalan searah, dan (4) pelaku memiliki tingkat pendidikan relatif rendah dengan keahlian yang diwariskan secara informal.

Pembangunan ilmu pengetahuan dan teknologi merupakan sumber terbentuknya iklim inovasi yang menjadi landasan bagi tumbuhnya kreativitas sumberdaya manusia, yang pada gilirannya dapat menjadi sumber pertumbuhan dan daya saing ekonomi. Perkembangan teknologi adalah sarana dasar dimana perusahaan, industri, dan negara dapat membangun kemampuan daya saing dengan meningkatkan keunggulan kompetitif.

Konsep daya saing dapat dianalisis pada tiga tingkat agregasi perusahaan, industri (atau satu sektor), dan negara. Organisasi menggunakan teknologi sebagai alat rekayasa ulang untuk reformasi pengelolaan disiplin ilmu pada tingkat yang berbeda (Wang, 2007).

Daya saing suatu wilayah dapat dievaluasi melalui kinerja indikator: (1) infrastruktur dasar dan aksesibilitasnya, (2) sumberdaya modal, (3) faktor lain seperti penelitian dan pengembangan, inovasi, atau demografi (Martin, 2007). Penelitian dan pengembangan serta inovasi dapat dilakukan melalui pengembangan teknologi. Teknologi digambarkan sebagai suatu kesatuan dari beberapa elemen penyusunnya yaitu: komponen teknologi, kemampuan teknologi, iklim teknologi dan infrastruktur teknologi (Syarif, 1996 dalam Gumbira-Said *et al.*, 2004). Dalam pengembangan sektor pertanian, teknologi dapat mempercepat pembangunan daerah melalui pengembangan agroindustri karena teknologi dapat melahirkan inovasi dan kinerja yang baik dalam meningkatkan nilai tambah sumber daya yang ada (Wrihatnolo, 2001).

Komponen teknologi meliputi: (1) perangkat keras (*technoware*) merupakan alat yang memberdayakan fisik manusia dan mengontrol kegiatan operasional transformasi, (2) perangkat manusia (*humanware*) merupakan komponen teknologi yang memberikan ide pemanfaatan sumber daya alam dan teknologi produksi, (3) perangkat informasi (*infoware*) merupakan komponen yang mempercepat proses pembelajaran, mempersingkat waktu operasional, dan penghematan sumber daya, dan (4) perangkat organisasi (*orgaware*) merupakan kerangka organisasi yang diwujudkan dalam hal: metode, teknik, jaringan organisasi, dan manajemen praktis.

Kemampuan teknologi merupakan sebuah proses pembelajaran organisasi yang menghasilkan peningkatan produktivitas dan efisiensi ekonomi. Kemampuan teknologi meliputi: (1) kemampuan pemanfaatan teknologi (2) kemampuan kompilasi teknologi, (3) kemampuan akuisisi teknologi, dan (4) kemampuan penciptaan teknologi. Kesuksesan pengembangan teknologi juga dipengaruhi kondisi iklim teknologi yang dinyatakan sebagai komitmen pemerintah terhadap pengembangan teknologi dan mekanisme wilayah untuk mengintegrasikan kebijakan teknologi. Tiga bentuk utama inovasi teknologi yang diharapkan dapat terjadi dalam infrastruktur teknologi yaitu: (1) inovasi produk-proses, (2) inovasi pengetahuan-ketrampilan, dan (3) inovasi metode-sistem.

Perhatian terhadap daya saing suatu daerah terus meningkat. Aspek daya saing berangsur-angsur menjadi salah satu bagian pokok dalam pengembangan strategi pembangunan daerah. Banyak daerah mencari celah di mana mereka harus atau bisa meningkatkan daya saing mereka dan

mengembangkan diri pada aspek ekonomi dan sosial. Salah satu tahap yang paling penting dalam perencanaan strategis serta peningkatan daya saing daerah adalah pengukuran posisi kompetitif dan potensi daerah (Snieska, 2009).

Berdasarkan hal tersebut maka dipandang perlu untuk melakukan analisis dengan tujuan untuk: (1) menyusun model pengukuran dan pemetaan status teknologi sebagai penentu daya saing wilayah, dan (2) menyusun kerangka pemilihan kebijakan bagi formulasi kebijakan pengembangan agro-industri berbasis status teknologi.

Ruang lingkup analisis daya saing wilayah dilakukan dengan menganalisis daya dukung wilayah ditinjau dari aspek teknologi sebagai kunci bagi pengembangan agroindustri. Wilayah dibatasi dalam satuan perencanaan terkecil yaitu kabupaten/kota. Agroindustri didefinisikan sebagai perusahaan yang melakukan pengolahan terhadap bahan yang berasal dari tumbuhan atau hewan. Agroindustri menggunakan bahan baku pertanian yang memiliki sifat yang mudah rusak, kamba (*voluminous*), dan musiman serta dengan menerapkan teknologi dan manajemen yang akomodatif terhadap heterogenitas sumberdaya manusia dengan kandungan bahan baku lokal yang tinggi. Pengolahan meliputi transformasi dan pencegahan melalui tindakan fisik dan kimia, penyimpanan, pengemasan, dan distribusi (Unescap, 2003). Dalam konteks pembangunan wilayah, agroindustri merupakan sektor pengolahan produk berbasis pertanian.

METODE PENELITIAN

Kerangka Pemikiran

Pengukuran status teknologi dilakukan sebagai upaya menjawab peluang dan tantangan pembangunan wilayah berbasis komoditas unggulan. Hal ini membawa konsekuensi diperlukannya pengukuran daya saing berdasarkan karakteristik teknologi yang dinyatakan dalam status teknologi. Status teknologi terdiri atas komponen teknologi, kemampuan teknologi, iklim teknologi, dan infrastruktur teknologi. Hasil pengukuran status teknologi digunakan sebagai dasar penyusunan kebijakan.

Metode utama yang digunakan adalah metode *fuzzy* dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Melakukan *fuzzifikasi* kriteria pemilihan. Variabel input merupakan variabel yang dibangun dari aspek-aspek yang berpengaruh terhadap status teknologi. Variabel output adalah status teknologi suatu wilayah. Pada kedua variabel tersebut dilakukan *fuzzifikasi* dengan cara memberikan variabel linguistik yang mencerminkan intensitas dari kriteria. Hasil *fuzzifikasi* adalah himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*).

2. Menentukan model fungsi keanggotaan *fuzzy* (*membership function*). Model fungsi keanggotaan *fuzzy* yang digunakan adalah *triangular fuzzy number* (TFN).

3. Pembentukan aturan (*if then rules*)

Pengukuran daya saing suatu wilayah berdasarkan status teknologinya ditentukan oleh aspek komponen teknologi, kemampuan teknologi, iklim teknologi, dan infrastruktur teknologi. Berdasarkan pendekatan teoritis dan pendapat pakar ditetapkan sejumlah aturan yang digunakan dalam proses penarikan kesimpulan. Metode inferensi yang digunakan adalah metode MAMDANI.

4. Evaluasi aturan

Evaluasi aturan dilakukan dengan menggunakan operator *fuzzy* AND. Apabila diberikan input komponen teknologi sebesar p_0 , kemampuan teknologi sebesar q_0 , iklim teknologi sebesar r_0 , infratraktur teknologi sebesar s_0 maka hasil aplikasi operator *fuzzy* (output) untuk setiap aturan dapat dinyatakan α . Nilai α merupakan nilai fungsi keanggotaan (μ) yang bernilai antara 0 dan 1 atau dinyatakan sebagai $\forall \alpha \in [0,1]$. Selanjutnya, implikasi masing-masing aturan dianalisis dengan membandingkan nilai-nilai α yang telah diperoleh dengan model representasi fungsi keanggotaan output. Analisis ini menghasilkan daerah solusi output untuk masing-masing aturan. Daerah solusi atau sering disebut solusi himpunan *fuzzy* adalah daerah yang berada pada interval nilai z tertentu.

5. Agregasi Output

Agregasi output dilakukan dengan melakukan komposisi daerah solusi output yang dihasilkan oleh masing-masing aturan. Agregasi akan menghasilkan daerah solusi yang merefleksikan kontribusi dari setiap aturan. Agregasi dilakukan dengan metode MAX dan dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\mu_{sf}[x_i] \leftarrow \text{Max}(\mu_{sf}[x_i], \mu_{kf}[x_i])$$

dimana :

$\mu_{sf}[x_i]$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i

$\mu_{kf}[x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuensi *fuzzy* (output) aturan ke-i

6. *Defuzzifikasi*

Dalam kajian ini, *defuzzifikasi* dilakukan dengan metode *Centroid*. Pada metode *Centroid*, nilai crisp diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah *fuzzy*.

Pemilihan bentuk kebijakan pengembangan agroindustri berbasis teknologi dilakukan dengan menggunakan metode *fuzzy Analytical Hierarchy Process* (*fuzzy AHP*). Penggunaan *fuzzy AHP* untuk menentukan strategi pengembangan agroindustri

dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut (Ayag *et al.*, 2006):

1. *Fuzzifikasi* skala penilaian dan menetapkan fungsi keanggotaan (*membership function*). *Fuzzifikasi* adalah proses pembentukan himpunan *fuzzy* dengan cara membentuk interval dari skala numerik untuk setiap atribut kepentingan. Kong (2005) memberikan fungsi keanggotaan untuk setiap atribut kepentingan dengan model representasi TFN (Tabel 1).
2. Melakukan skoring dengan memberikan penilaian kepentingan relatif untuk setiap pasangan elemen pada jenjang hirarki yang sama. Penilaian dilakukan dengan skala numerik yang telah direpresentasikan dalam model TFN.
3. Membangun matrik perbandingan *fuzzy* berdasarkan representasi model TFN serta Menentukan *Consistency Ratio* untuk menilai secara langsung konsistensi perbandingan berpasangan.

Tabel 1. Atribut dan fungsi keanggotaan

Atribut Kepentingan	Bilangan Fuzzy	Fungsi Keanggotaan
Sama penting	SP	1 (1, 1, 3)
Sedikit lebih penting	SLP	3 (1, 3, 5)
Lebih penting	LP	5 (3, 5, 7)
Sangat jelas lebih penting	SJLP	7 (5, 7, 9)
Mutlak lebih penting	MLP	9 (7, 9, 9)

Selanjutnya, metode ANFIS digunakan untuk membangun suatu pemetaan *input-output*, yang keduanya berdasarkan pada pengetahuan manusia (dalam bentuk aturan *fuzzy if-then*) dengan fungsi keanggotaan yang tepat.

Melalui ANFIS maka diharapkan dapat dihasilkan output sebagai dasar untuk membangun satu kumpulan aturan *fuzzy if-then* dengan fungsi keanggotaan yang tepat, yang berfungsi untuk menghasilkan pasangan input-output yang tepat dalam pengembangan model penilaian status teknologi dari sisi komponen teknologi yang dimiliki. Arsitektur ANFIS (terbangun atas lima simpul yang terdiri dari: (1) nilai-nilai, (2) aturan-aturan, (3) normalisasi, (4) fungsi-fungsi (regresi linier dan pengalihan) dan (5) output (penjumlahan aljabar) (Sivario, 2005). Proses training dilakukan dengan mengadaptasikan hasil penilaian kinerja dengan proses pembelajaran dalam ANFIS. Dalam kajian ini pembelajaran hanya dilakukan pada analisis aspek komponen teknologi. Parameter ANFIS dipisahkan menjadi dua yaitu parameter premis dan konsekuensi yang dapat diadaptasikan dengan pelatihan *hybrid*. Pelatihan *hybrid* dilakukan dalam dua langkah yaitu langkah maju dan balik.

Pemetaan status dilakukan dengan menggunakan metode *radar chart*, berdasarkan nilai yang diperoleh dari pengolahan menggunakan pendekatan *fuzzy inference system*. Pemetaan dilakukan dengan membandingkan nilai ideal dan nilai aktual dari setiap aspek.

Desain Model

Desain Input

Input yang digunakan dalam analisis ini adalah data yang mencerminkan komponen teknologi, kemampuan teknologi, iklim teknologi, dan infrastruktur teknologi. Analisis komponen teknologi dilakukan dengan menggunakan data tahun bersekolah sebagai indikator dari perangkat manusia (*humanware*), rasio anggaran iptek terhadap Pendapatan Domestik Bruto (PDB) sebagai indikator perangkat informasi (*infoware*), rasio panjang jalan nasional dan provinsi per luas wilayah ($\text{km}/1000 \text{ km}^2$) sebagai indikator perangkat keras (*technoware*) dan jumlah lembaga penelitian dan pengembangan sebagai indikator perangkat organisasi (*orgaware*). Aspek kemampuan teknologi menggunakan data penilaian atas kemampuan pemanfaatan teknologi, kemampuan kompilasi teknologi, kemampuan akuisisi teknologi, dan kemampuan penciptaan teknologi. Aspek iklim teknologi menggunakan data penilaian atas skenario iptek dalam sistem produksi dan komitmen makro dalam pengembangan iptek. Aspek infrastruktur teknologi menggunakan data penilaian atas inovasi produk-proses, inovasi pengetahuan-ketrampilan dan inovasi metode-sistem. Input yang digunakan dan kisaran nilai tertera pada Tabel 2.

Keterbatasan sumberdaya bagi pengembangan iptek tercermin dari rendahnya kualitas sumberdaya manusia dan kesenjangan pendidikan di bidang iptek. Lamanya tahun bersekolah sumberdaya manusia pada suatu wilayah mencerminkan kualitas sumberdaya manusia berdasarkan tingkat pendidikan (BPS, 2009). Lamanya tahun bersekolah berada pada kisaran 0-16 tahun berdasarkan pencapaian jenjang dasar hingga perguruan tinggi.

Indikator pengembangan iptek dapat dilihat dari rasio anggaran iptek terhadap Produk Domestik Bruto (PDB). Pada tahun 1971 rata rata nasional mencapai rasio tertinggi yaitu 0,74 persen PDB, namun perkembangannya kian surut hingga tahun 2004 hanya 0,08 persen PDB. Rasio tersebut jauh lebih kecil dibandingkan rasio serupa di ASEAN, seperti Malaysia sebesar 0,5 persen pada tahun 2001 dan Singapura sebesar 1,89 persen pada tahun 2000. Menurut rekomendasi Unesco, rasio anggaran iptek yang memadai adalah sebesar 2 persen. Rendahnya anggaran iptek berakibat pada terbatasnya fasilitas riset, kurangnya biaya untuk operasi dan pemeliharaan, serta rendahnya insentif untuk peneliti.

Tabel 2. Input pada pengukuran status teknologi

Aspek	Sub Aspek	Indikator	Nilai
Komponen Teknologi	Perangkat manusia (<i>humanware</i>)	Tahun bersekolah	0-16 tahun
	Perangkat informasi (<i>infoware</i>)	Rasio anggaran iptek terhadap Produk Domestik Bruto (PDB)	0-6% per tahun
	Perangkat keras (<i>technoware</i>)	Rasio panjang jalan nasional dan provinsi per luas wilayah (km/1000 km ²)	10-400 km/1000 km ²
	Perangkat organisasi (<i>orgaware</i>)	Jumlah lembaga penelitian dan pengembangan	0-10 unit
Kemampuan Teknologi		Kemampuan pemanfaatan teknologi	Skala 1-9
		Kemampuan kompilasi teknologi	Skala 1-9
		Kemampuan akuisisi teknologi	Skala 1-9
		Kemampuan penciptaan teknologi	Skala 1-9
Iklim Teknologi		Skenario iptek dalam sistem produksi	Skala 1-9
		Komitmen makro dalam pengembangan iptek	Skala 1-9
Infrastruktur Teknologi		Inovasi produk-proses	Skala 1-9
		Inovasi pengetahuan-ketrampilan	Skala 1-9
		Inovasi metode-sistem	Skala 1-9

Kebijakan umum pembangunan infrastruktur atau sarana dan prasarana suatu wilayah diarahkan kepada tersedianya infrastruktur yang dapat mendukung wilayah dalam jangka pendek maupun jangka panjang, serta kebutuhan masyarakat dalam meningkatkan kualitas kehidupan serta terjaminnya kualitas lingkungan yang baik. Rasio panjang jalan terhadap luas wilayah nasional merupakan salah satu indikator pendukung bagi pengembangan teknologi suatu wilayah. Rasio panjang jalan terhadap luas wilayah nasional mencapai 115 km/1.000 km², dengan kisaran 10-400 km/1.000 km² di luar wilayah DKI Jakarta (Departemen Pekerjaan Umum dan BPS, 2007).

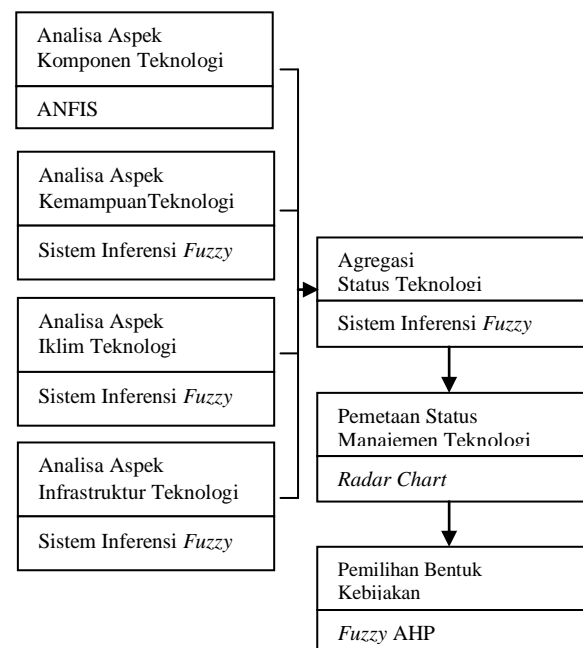
Lembaga penelitian merupakan agen perubahan yang membawa percepatan terhadap perkembangan teknologi dan proses diseminasinya. Jumlah lembaga penelitian yang aktif berperan dalam suatu wilayah dapat digunakan sebagai indikator bagi aspek kelembagaan teknologi.

Desain Proses

Proses kajian tertera pada Gambar 1. Proses terdiri dari analisa aspek komponen teknologi, analisa aspek kemampuan teknologi, analisa aspek iklim teknologi dan analisa aspek infrastruktur teknologi. Status teknologi diperoleh dengan cara melakukan agregasi terhadap setiap elemen teknologi yang telah diukur sebelumnya. Analisa dilakukan dengan menggunakan sistem inferensi *fuzzy*.

Sistem *fuzzy* merupakan penduga numerik terstruktur dan dinamik. Dalam implementasi, logika *fuzzy* menggunakan informasi linguistik dan verbal (Kusumadewi, 2003). Sistem inferensi *fuzzy* terbangun atas (1) aturan dasar (*rule base*) yang berisi sejumlah aturan *fuzzy if-then*, (2) database

yang menggambarkan fungsi keanggotaan dari himpunan *fuzzy* yang digunakan pada aturan *fuzzy*, (3) unit pengambilan keputusan (*decision making-unit*) melakukan operasi *inference* (kesimpulan) terhadap aturan, (4) *fuzzification* interface mengubah bentuk masukan derajat crisp/tingkat kecocokan dengan nilai bahasa, (5) *defuzzification interface* yaitu mengubah bentuk hasil *fuzzy* dari kesimpulan ke dalam suatu output crisp (Marimin, 2005).



Gambar 1. Desain proses

Hasil sistem inferensi *fuzzy* dinyatakan secara grafis dalam bentuk *radar chart*. Pemetaan dilakukan dengan membandingkan nilai ideal dan nilai aktual dari setiap keempat aspek yang menentukan status teknologi. Pada nilai komponen teknologi dilakukan terlebih dahulu normalisasi dengan tujuan penyetaraan skala, sehingga keempat aspek berada pada skala yang sama yaitu skala 1-9. Penentuan bentuk kebijakan pengembangan agroindustri berbasis teknologi dilakukan dengan menggunakan metode *fuzzy AHP*.

Pada aspek komponen teknologi, dilakukan proses lebih lanjut yaitu proses pembelajaran dengan menggunakan pendekatan *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)*. Pendekatan ini menggabungkan mekanisme sistem inferensi *fuzzy* yang digambarkan dalam arsitektur jaringan syaraf. Sistem inferensi *fuzzy* yang digunakan adalah sistem inferensi *fuzzy* model Tagaki-Sugeno-Kang (TSK) orde satu.

Desain Output

Output yang dihasilkan dari kajian ini adalah: (1) nilai status teknologi yang merupakan agregasi dari aspek komponen teknologi, kemampuan teknologi, iklim teknologi dan infrastruktur teknologi, (2) pemetaan nilai status dinyatakan dalam ukuran relatif aspek yang membandingkan nilai aktual dan ideal, dan (3) bentuk kebijakan yang paling sesuai atas nilai status teknologi yang diperoleh sebelumnya.

Berdasarkan bentuk tujuan utama kebijakan, maka terdapat enam jenis tindakan kebijakan (Taufik, 2007) yaitu:

1. Regulasi: merupakan tindakan kebijakan yang bersifat penetapan pengaturan dengan esensi dan bentuk tujuan utamanya adalah membuat ketentuan dan batasan tertentu dalam konteks bidang yang diatur.
2. Deregulasi: merupakan tindakan kebijakan yang bersifat penetapan pengaturan, dengan esensi dan bentuk tujuan utamanya adalah membuat penghapusan atau pelonggaran ketentuan dan batasan tertentu (atau hal-hal yang sebelumnya dinilai membatasi) dalam konteks bidang yang diatur.
3. Insentif: merupakan tindakan kebijakan yang pada dasarnya bukan bersifat penetapan pengaturan, dengan esensi dan bentuk tujuan utamanya adalah merangsang, mendorong atau mempercepat proses tertentu atau pencapaian hal tertentu dengan memberikan suatu bentuk rangsangan tertentu dalam konteks bidang tertentu.
4. Penyediaan infrastruktur: merupakan tindakan kebijakan yang pada dasarnya bukan bersifat penetapan pengaturan, dengan esensi dan bentuk tujuan utamanya adalah memberikan/ menyediakan hal tertentu yang biasanya bersifat

infrastruktur dan barang publik dalam konteks bidang tertentu.

5. Informasi atau pedoman: merupakan tindakan kebijakan yang pada dasarnya bukan bersifat penetapan pengaturan dengan esensi dan bentuk tujuan utamanya adalah memberikan dan menyampaikan hal tertentu yang berupa informasi atau berfungsi sebagai pedoman spesifik dalam konteks bidang tertentu.
6. Pengaruh: merupakan tindakan kebijakan yang pada dasarnya bukan bersifat penetapan pengaturan dengan esensi dan bentuk tujuan utamanya adalah mempengaruhi, atau mendorong terjadinya perubahan atau membantu proses perubahan pada pihak tertentu dalam konteks bidang tertentu.

Output pada tahap ini kemudian dijadikan dasar bagi penyusunan strategi dan rencana tindak dalam pengembangan agroindustri berbasis teknologi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Model Pengukuran dan Pemetaan Status Teknologi

Pengukuran status teknologi suatu wilayah menggunakan metode *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* untuk variabel input dan output untuk penilaian daya saing wilayah disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4. Pembentukan aturan pada setiap sub model sera jumlah rule pada setiap sub model dapat digambarkan seperti pada Tabel 5.

Beberapa contoh aturan yang digunakan pada setiap sub model adalah sebagai berikut:

Komponen Teknologi

Aturan 9:

IF (humanware is rendah) AND (infoware is rendah) AND (tecnoware is tinggi) AND (orgaware is tinggi) THEN (komponenteknologi is sedang)

Kemampuan Teknologi

Aturan 10:

IF (pemanfaatan is rendah) AND (kompilasi is sedang) AND (akuisisi is rendah) AND (penciptaan is rendah) THEN (kemampuantechnologi is rendah)

Iklim Teknologi

Aturan 9:

IF (sistemproduksi is tinggi) AND (komitmenmakro is tinggi) THEN (iklimteknologi is tinggi)

Infrastruktur Teknologi

Aturan 10 :

IF (prosesproduk is sedang) AND (pengetahuanketram is rendah) AND (metodesistem is rendah) THEN (infrastrukturteknologi is rendah)

Status Teknologi

Aturan 9:

IF (komponenteknologi is rendah) AND (kemampuantechnologi is rendah) AND (iklimteknologi is

tinggi) AND (infrastrukturteknologi is tinggi) THEN (statusteknologi is sedang)

Pemetaan aspek status teknologi memberikan informasi secara grafis mengenai status aspek relatif terhadap aspek lainnya. Berdasarkan hal ini maka diketahui aspek yang menjadi skala prioritas dalam proses penyusunan kebijakan.

Penerapan Model Daya Saing Wilayah Berbasis Teknologi bagi Pengembangan Agroindustri Kelapa di Kota X

Kota X merupakan salah satu sentra produksi kelapa dengan industri kelapa terpadu yang lebih berkembang dibandingkan dengan wilayah lainnya. Dengan luas areal yang relatif besar, maka diharapkan industri kelapa berjalan optimal. Hal ini sangat dimungkinkan berkaitan dengan adanya dukungan pemerintah daerah yang kuat, adanya lembaga penelitian dan pengembangan komoditas

dan teknologi, serta adanya akumulasi keahlian dalam aspek budidaya dan pengolahan dari para pelakunya. Namun demikian, peran industri kelapa terhadap perekonomian daerah masih belum optimal. Hal ini antara lain disebabkan oleh belum dikembangkannya usaha dalam sistem yang terpadu. Dengan demikian, dianggap perlu untuk mengembangkan industri kelapa terpadu pada wilayah tersebut. Salah satu pendekatan yang dapat dipilih adalah pengembangan industri yang berbasis kepada teknologi.

Pengukuran Status Teknologi

Berdasarkan data dan pendapat ahli, diketahui nilai dari setiap variabel dalam pengukuran status teknologi (Tabel 6). Berdasarkan penilaian terhadap setiap aspek teknologi diketahui bahwa secara keseluruhan status teknologi di kota X adalah "sedang".

Tabel 3. *Fuzzifikasi* variabel input

Variabel Input		Fuzzifikasi	Indikator
Komponen Teknologi	Perangkat manusia (<i>humanware</i>)	Tinggi, Sedang, Rendah	Tahun bersekolah
	Perangkat informasi (<i>infoware</i>)	Tinggi, Sedang, Rendah	Rasio Anggaran Iptek per Pengeluaran Pembangunan
	Perangkat keras (<i>technoware</i>)	Tinggi, Sedang, Rendah	Rasio Panjang Jalan Nasional + Provinsi per Luas Wilayah (Km/1000 Km ²)
	Perangkat organisasi (<i>orgaware</i>)	Tinggi, Sedang, Rendah	Jumlah Lembaga Penelitian dan Pengembangan
Kemampuan Teknologi		Tinggi, Sedang, Rendah	Kemampuan Pemanfaatan Teknologi
		Tinggi, Sedang, Rendah	Kemampuan kompilasi teknologi
		Tinggi, Sedang, Rendah	Kemampuan Akuisisi Teknologi
		Tinggi, Sedang, Rendah	Kemampuan Penciptaan Teknologi
Iklim Teknologi		Tinggi, Sedang, Rendah	Skenario iptek dalam sistem produksi
		Tinggi, Sedang, Rendah	Komitmen makro dalam pengembangan iptek
Infrastruktur Teknologi		Tinggi, Sedang, Rendah	Inovasi Produk-Proses
		Tinggi, Sedang, Rendah	Inovasi Pengetahuan-Ketrampilan
		Tinggi, Sedang, Rendah	Inovasi Metode-Sistem

Tabel 4. *Fuzzifikasi* variabel output

Variabel Output	Fuzzifikasi
Komponen Teknologi	Baik, Sedang, Buruk
Kemampuan Teknologi	Tinggi, Sedang, Rendah
Iklim Teknologi	Sangat Mendukung, Cukup Mendukung, Tidak Mendukung
Infrastruktur Teknologi	Baik, Sedang, Buruk
Status Teknologi	Sangat Baik, Baik, Sedang, Buruk, Sangat Buruk

Tabel 5. Jumlah aturan (*rule*) pada setiap sub model

	Analisa	Jumlah Aturan (<i>rule</i>)
Parsial	Komponen Teknologi	91
	Kemampuan Teknologi	91
	Iklim Teknologi	9
	Infrastruktur Teknologi	27
Agregasi	Status Teknologi	91

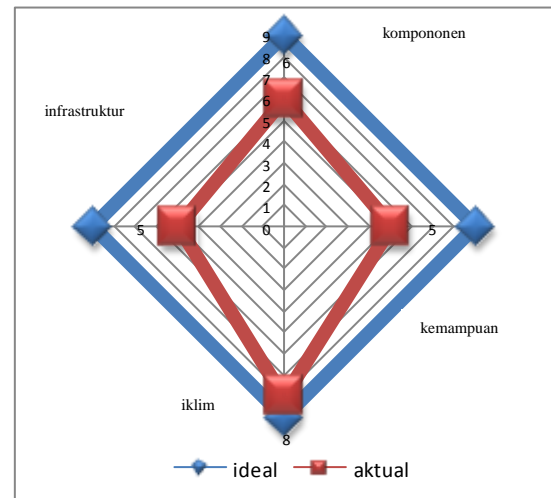
Pemetaan Status Teknologi

Hasil pengolahan terhadap variabel pada status teknologi menunjukkan bahwa kota X memiliki nilai "baik" untuk komponen teknologi, "sedang" untuk kemampuan teknologi, "sangat mendukung" bagi iklim teknologi, dan "sedang" bagi infrastruktur teknologi.

Pemetaan aspek status teknologi memberikan informasi secara grafis mengenai status aspek relatif terhadap aspek lainnya. Berdasarkan hal ini maka akan diketahui aspek yang menjadi skala prioritas dalam proses penyusunan kebijakan. Pemetaan terhadap setiap nilai aspek tersebut tertera pada Gambar 2.

Pemetaan dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan penyetaraan skala pada aspek komponen teknologi, dimana nilai yang diperoleh yaitu 2 setara dengan nilai 6 pada skala 1-9. Kemampuan dan infrastruktur teknologi merupakan aspek yang memiliki nilai terkecil, sehingga merupakan prioritas bagi perbaikan sistem teknologi di kota X. Proses pembelajaran yang menghasilkan peningkatan produktivitas dan efisiensi ekonomi dari para

pelaku industri kelapa di kota X diduga masih rendah. Selain itu diketahui bahwa pengembangan inovasi berbasis produk dan proses sebagai dasar pengembangan infrastruktur teknologi masih terbatas.



Gambar 2. Pemetaan aspek status teknologi kota X

Formulasi Kebijakan

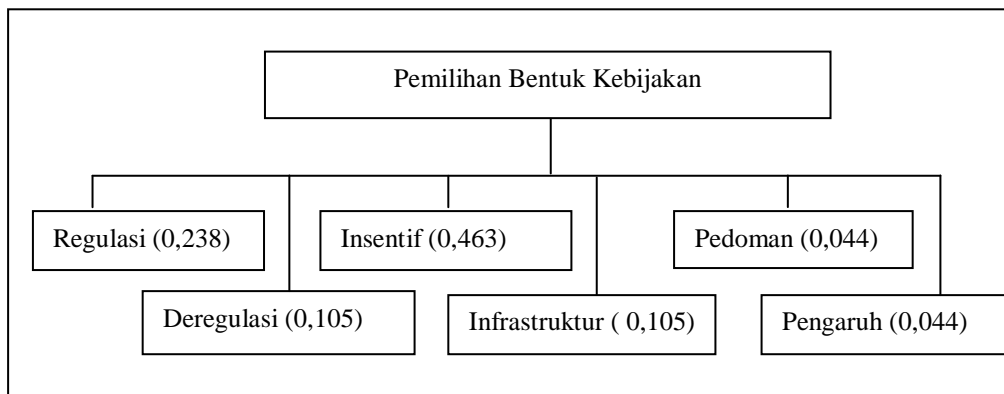
Berdasarkan kondisi aspek yang relatif lebih buruk yaitu infrastruktur dan kemampuan teknologi, maka menurut ahli bentuk kebijakan yang perlu diambil adalah pemberian insentif (0,463) dan regulasi (0,238). Nilai matriks perbandingan berpasangan tertera pada Tabel 7 dan hasil perhitungan disajikan pada Gambar 3 dan 4.

Tabel 6. Nilai variabel status teknologi kota X

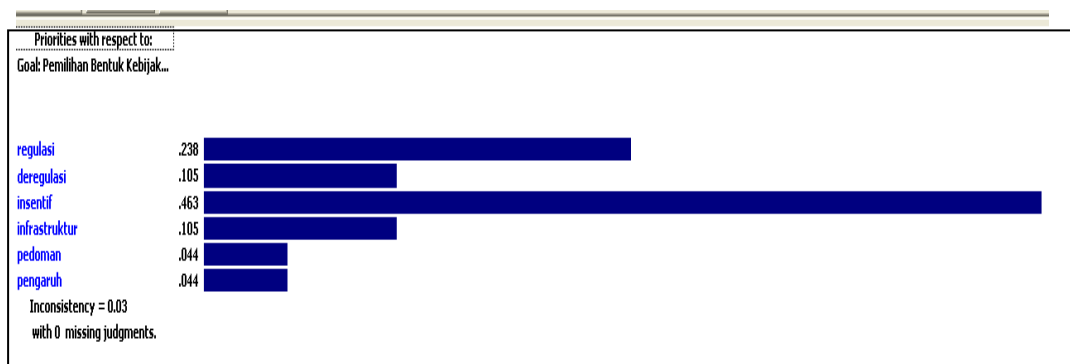
Variabel		Indikator	Nilai
Komponen Teknologi	<i>Perangkat manusia</i> (humanware)	Tahun bersekolah (tahun)	7
	<i>Perangkat informasi</i> (infoware)	Rasio Anggaran Iptek Per Pengeluaran Pembangunan (%)	12
	<i>Perangkat keras</i> (technoware)	Rasio Panjang Jalan Nasional + Provinsi per Luas Wilayah (Km/1000 Km2)	170
	<i>Perangkat organisasi</i> (orgaware)	Jumlah Lembaga Penelitian dan Pengembangan (unit)	6
	Kemampuan Teknologi	Kemampuan Pemanfaatan Teknologi	8
Iklim Teknologi		Kemampuan kompilasi teknologi	6
		Kemampuan Akuisisi Teknologi	6
		Kemampuan Penciptaan Teknologi	4
		Skenario iptek dalam sistem produksi	7
		Komitmen makro dalam pengembangan iptek	8
Infrastruktur Teknologi		Inovasi Produk-Proses	6
		Inovasi Pengetahuan-Ketrampilan	8
		Inovasi Metode-Sistem	4

Tabel 7. Matriks perbandingan berpasangan

Bentuk Kebijakan	Regulasi	Deregulasi	Insentif	Infrastruktur	Pedoman	Pengaruh
Regulasi	1	SLP	SLP	SLP	LP	P
Deregulasi		1	LP	SP	SLP	SLP
Insentif			1	LP	SJLP	SJLP
Infrastruktur				1	SLP	SLP
Pedoman					1	SP
Pengaruh						1



Gambar 3. Struktur penetapan bentuk kebijakan Kota X



Gambar 4. Nilai relatif bentuk kebijakan kota X

Dalam upaya meningkatkan peran industri kelapa dalam perekonomian wilayah, maka sebuah industri kelapa harus dapat menjadi sebuah industri yang efisien, berdayasaing, dan berkelanjutan. Pencapaian hal tersebut dimungkinkan apabila dilakukan (1) pengembangan industri pengolahan kelapa secara terpadu, dan (2) penciptaan struktur industri yang kuat.

Pengembangan industri pengolahan kelapa terpadu mengintegrasikan pengolahan produk utama, produk turunan, dan produk samping dari kelapa yang ditujukan untuk mengejar perolehan nilai tambah domestik secara maksimal. Industri berbasis kelapa yang mungkin dikembangkan di Kota X adalah: industri minyak kelapa, industri minyak goreng, industri tepung kelapa, industri karbon aktif, industri arang tempurung, industri serat sabut kelapa, industri kecil *nata de coco*,

industri tepung batok kelapa, industri meubel kelapa, dan industri kerajinan dari kelapa.

Struktur industri yang kuat dapat dibangun melalui dukungan pemerintah. Insentif merupakan tindakan kebijakan utama yang disarankan untuk dipilih oleh pemerintah daerah Kota X. Insentif pada dasarnya bukan bersifat penetapan pengaturan. Insentif diberikan dalam bentuk kemudahan pengurusan izin, peningkatan akses terhadap lembaga keuangan, akses terhadap lembaga penelitian, akses terhadap pasar, dll. Hal ini bertujuan untuk mendorong atau mempercepat proses pengembangan industri kelapa terpadu di kota X dalam bentuk: (1) pengembangan aliran bahan baku, (2) pengembangan faktor input, (3) peningkatan kemampuan teknis dan manajerial, (4) perluasan pasar sebagai upaya mengatasi stagnasi pasar domestik, (5) peningkatan keterkaitan dengan industri pendukung dan industri terkait, (6)

diseminasi teknologi dan dukungan fasilitasi bagi optimasi pengolahan produk samping dan produk turunan, serta (7) peningkatan kerjasama strategis antar sentra produksi kelapa dan antar daerah industri pengolahan kelapa.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Analisis daya saing suatu wilayah dapat dilakukan dengan pendekatan *fuzzy*. Pengukuran daya saing dilakukan secara berjenjang dengan system inferensi *fuzzy*. Pemetaan aspek teknologi dilakukan dengan menggunakan *radar chart*. Pemilihan bentuk kebijakan dilakukan dengan menggunakan pendekatan *Fuzzy AHP*. Melalui tahapan ini maka diperoleh gambaran menyeluruh mengenai penilaian daya saing suatu wilayah dan konsekuensi atas pencapaian status teknologi tersebut yaitu dalam bentuk pemilihan bentuk kebijakan.

Saran

Penyempurnaan analisis daya saing berbasis teknologi antara lain dapat dilakukan dengan memperbesar penggunaan data kuantitatif secara deret waktu untuk mendapatkan informasi perilaku indikator. Pengembangan dalam bentuk perangkat lunak yang terintegrasi akan memberikan kemudahan pengguna dalam proses pengukuran daya saing dan analisis.

Penyusunan rencana tindak merupakan langkah selanjutnya dalam proses perencanaan pengembangan agroindustri kelapa di kota X. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan hasil pemetaan dan analisis daya saing sebagai dasar penyusunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayag Z dan Ozdemir RG. 2006. A Fuzzy AHP Approach to Evaluating Machine Tool Alternatives. *Journal of Intelligent*. 3 (2).
- Bappenas. 2008. Buku Pegangan Penyelenggaraan Pemerintahan dan Pembangunan Daerah.
- Berumen and Sergio A. 2005. An Approach to Local and Regional Competitiveness. Department Economics, The Competitiveness Laboratory. Berlin University.
- BPS. 2009. Indeks Pembangunan Manusia. <http://bps.go.id>
- Departemen Pekerjaan Umum dan BPS. 2007. Kajian Pembangunan Infrastruktur.
- Gumbira-Said E, Rachmayanti, Muttaqin Z. 2004. Manajemen Teknologi Agribisnis, Kunci Menuju Daya Saing Global Produk Agribisnis. Cetakan Kedua. Ghalia Indonesia.
- Kusumadewi S. 2003. *Artificial Intelligence*, Teknik dan Aplikasinya. Penerbit Graha Ilmu.
- Marimin. 2005. Teori dan Aplikasi Sistem Pakar dalam Teknologi Manajerial. Bogor: IPB Press.
- Martin dan Ronald L. 2007. A Study on the Factors of Regional Competitiveness. University of Cambridge
- Sivario S. 2009. Machining Quality Predictions: Comparative Analysis of Neural Network and Fuzzy Logic. *International Journal Electrical and Computer Sciences*. 9 (9).
- Snieska V, Jurgita B. 2009. Measurement of Lithuanian Regions by Regional Competitiveness Index. *Engineering Economics*. 2009. 1 (61).
- Solihin D. 2005. Perencanaan Pembangunan Daerah: Konsep, Strategi, Tahapan dan Proses. Depdagri.
- Suprihatin R, Drajat B, Undang F. 2004. Kebijakan Percepatan Pengembangan Industri Hilir Pekebunan: Kasus Teh dan Sawit.
- Taufik dan Tatang A. 2007. Kebijakan Inovasi di Indonesia. *Jurnal Dinamika Masyarakat*. 6 (2).
- Unescap. 2003. Implications of Globalization for the Development of Agro-based Industries in Developing Countries of the ESCAP Region: An Overview.
- Wang, Yue T, Chien SC, Kao C. 2007. The Role of Technology Development in National Competitiveness: Evidence from Southeast Asian countries. *Technological Forecasting and Social Change*. 74.
- Wie, The Kian. 2006. Kemampuan Teknologi dan Peningkatan Daya Saing Industri Indonesia.
- Wrihatnolo R. 2001. Daya Saing Nasional dan Agroindustri (Suatu Pendekatan Pembangunan Lintas Sektor). Bappenas.